

東京大学地震研究所の田中宏幸特別研究員らのグループは、宇宙線ミュオンによる火山体内部の透過像撮影を目的とし、原子核写真乾板の読み取り技術に応用した持ち運び可能な粒子線測定装置を開発した。さらに、浅間山を透過したミュオンを捉え、得られた透過像から火山体内部の岩層分布を推定し、2004年9月の噴火により火口底に残った溶岩のフタや、その下の空洞状マグマの通り道などをイメージにしたリアルタイム測定に向け、宇宙線ミュオンデジタル透過像撮影技術の開発も進められている。また、この技術は、鉄筋コンクリート構造物の内部状況を透過確認する装置など、一般産業機器への応用も期待される。

トピックス 4 宇宙線ミュオンによる火山体内部の透視イメージング

火山の地下構造を把握することは、火山活動に伴う様々な現象の解明と噴火予知に大きく貢献する。地下構造探査には、主に人工地震や比抵抗を用いた構造探査などが実施されているが、経費や実施体制などで探査が困難な状況の場合もある。

東京大学地震研究所の田中宏幸特別研究員らのグループは、火山体内部の宇宙線ミュオンラジオグラフィの研究を目的として、エマルジョンクラウドチェンバー^{注1}を用いた持ち運び可能な粒子線測定装置を開発した。これは名古屋大学大学院理学研究科の中野敏行助教らが開発した原子核写真乾板の自動読み取り技術を使用している。この測定装置により浅間山を透過したミュオンを捉え、釜山内部の密度分布を求め、この密度分布より火山体内部の岩層分布を推定した。本研究成果はNature誌2007年5月24日号のハイライト研究コーナーで紹介された。

ミュオンは物質を構成する素粒子の一つで、宇宙から地球に飛来する原子核（一次宇宙線）と大気中の原子核との反応により生成される。ミュオンは、絶え間なく地上に降り注いでいる。エネルギーは数GeVから数TeV程度の範囲で、エネルギーの大きさ毎にどれくらい存在するかがこれまでの研究からわかっている。

1 TeVのミュオンは厚さ約1,200 mの岩盤を透過することができる。ミュオンの透過数は、マグマや岩盤が厚いほど減り、薄い岩盤や空洞ではあまり減らない。そこでミュオン吸収量を飛来方向毎に調べることによって、透過経路に沿った火山内部の密度を求めることができ、山体の内部構造、マグマの状態などを透視イメージにすることができる。

ここでは、4000 cm²の原子核写真乾板という宇宙線に感光する特殊な写真フィルムを使用している。このフィルムはミュオンの飛来方向を精度良く測ることができ、安価で軽量のうえ、測定動力を必要としない。

田中研究員らは、2006年8月から10月まで浅

間山の中腹に、この測定装置を設置し、浅間山を透過して水平方向から飛来するミュオンを観測した。回収したフィルムを現像して、ミュオンの飛跡を解析した結果、2004年9月の噴火によって火口底に残った高密度なかさぶた状の溶岩のフタや、その下の空洞状のマグマの通り道などがイメージできた（図表2）。昭和祈山においても同様のイメージングを進めた。

また、リアルタイム測定に向けて、宇宙線ミュオンデジタル透過像撮影技術^{注2}の開発も進められており、成功すれば噴火予知の研究に役立つことが期待される。さらに、この技術は、鉄筋コンクリート構造物の内部状況を透過確認する装置など、一般産業機器への応用も期待される。

図表1 火山体をミュオンが透過するイメージ



図表2 ミュオンの浅間山透過イメージ
(表紙カラー図参照)



提供：東京大学地震研究所 田中宏幸特別研究員

注1：写真感光材（原子核乾板など）と金属板（鉄板など）を組み合わせた構造で、宇宙線の軌跡をとらえる装置

注2：ミュオンの透過情報を電子変換し、その情報を研究室等の解析装置にオンラインで接続してリアルタイムで解析するためのミュオンイメージング装置